

CHIMIE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Numéro du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--

Mercredi 19 mai 2004 (matin)

1 heure 15 minutes

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de candidat dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé.
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet. Vous pouvez rédiger vos réponses sur des feuilles de réponses supplémentaires. Inscrivez votre numéro de candidat sur chaque feuille de réponses que vous avez utilisé et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu ainsi que le nombre de feuilles utilisées dans les cases prévues à cet effet sur la page de couverture.

Option B – Les médicaments et les drogues

B1. Les structures de quelques analgésiques sont représentées à la Table 21 du Livret de Données. Se référer à cette table pour répondre à la partie (b) de la question.

- (a) Expliquer la différence dans le mode d'action des analgésiques légers et des analgésiques puissants. [2]

.....

- (b) Donner le nom du groupe fonctionnel azoté présent dans chacune des molécules suivantes. [2]

Paracétamol

Héroïne

B2. Les pénicillines sont des molécules capables de tuer des micro-organismes pathogènes. Leur structure générale est donnée à la Table 21 du Livret de Données.

- (a) Exprimer le type de micro-organismes tués par les pénicillines et expliquer comment elles agissent. [4]

.....

- (b) Expliquer l'effet d'une surconsommation de pénicillines. [3]

.....

- B3.** Décrire les différences entre les bactéries et les virus sur la base de leur structure et de leur mode de multiplication.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- B4.** (a) Résumer la différence entre un anesthésique local et un anesthésique général.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) En chirurgie, le choix d'un anesthésique général dépend de plusieurs facteurs, comme sa puissance, son inflammabilité ou ses effets sur l'environnement. Donner la formule et discuter des avantages et inconvénients de chacun des anesthésiques suivants : trichlorométhane et cyclopropane.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

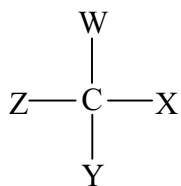
.....

.....

.....

.....

- B5.** Certaines molécules de drogues (et de médicaments) possèdent une structure qui peut être schématisée de la manière suivante :



- (a) Représenter les **deux** formes énantiomères de cette structure.

[1]

- (b) Expliquer le terme *mélange racémique*.

[1]

.....

Option C – Biochimie humaine

- C1.** (a) Les structures de trois vitamines importantes sont présentées dans la Table 22 du Livret de Données. Donner le nom de chaque vitamine et déduire si chacune d’elles est hydrosoluble ou liposoluble, en justifiant le choix sur base de leurs structures respectives.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Les fruits frais et les légumes constituent de bonnes sources de vitamine C.

- (i) Identifier **une** fonction importante de la vitamine C dans l’organisme humain.

[1]

.....

.....

- (ii) Expliquer pourquoi certaines préparations de ces aliments peuvent ne contenir que de faibles quantités de vitamine C.

[2]

.....

.....

.....

.....

C2. Les structures de deux hormones sexuelles, la progestérone et la testostérone, sont représentées à la Table 22 du Livret de Données.

(a) Donner le nom de **deux** groupes fonctionnels présents dans les **deux** hormones. [2]

.....
.....

(b) Identifier celle des deux hormones qui est l'hormone sexuelle femelle et préciser dans quel endroit du corps humain elle est produite. [2]

.....
.....
.....
.....

(c) Résumer brièvement le mode d'action des contraceptifs oraux. [3]

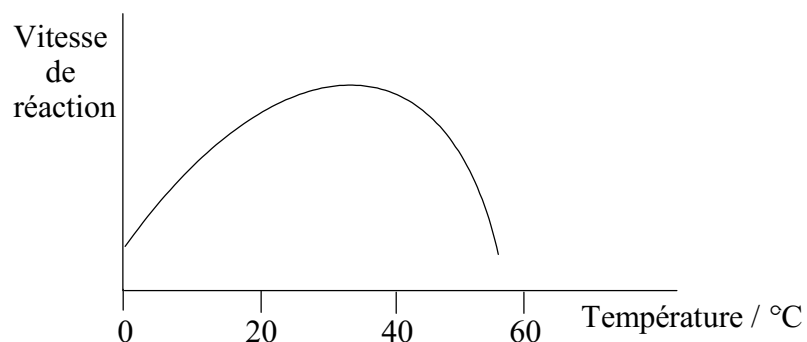
.....
.....
.....
.....
.....
.....

C3. Les enzymes sont des molécules importantes dans les phénomènes chimiques qui se produisent chez les êtres vivants.

- (a) Exprimer le type de molécule que représente une enzyme et la fonction des enzymes. [2]

.....
.....

- (b) Expliquer l'allure du graphique suivant, lequel se rapporte à une réaction impliquant une enzyme. [4]



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- C4.** Les rôles joués par les ions métalliques dans l'organisme dépendent de leurs propriétés chimiques. La charge et le rayon de trois ions métalliques sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Ion métallique	Charge	Rayon ionique / pm
X	+2	65
Y	+1	68
Z	+1	98

- (a) Identifier l'ion le plus à même d'induire des modifications rapides, telles que celles qui interviennent dans le fonctionnement des nerfs, et expliquer le choix opéré. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Identifier l'ion le plus à même d'être inclus dans une unité structurale et expliquer le choix. [2]

.....

.....

.....

.....

Option D – Chimie de l’environnement

D1. La présence de nitrates dans l’eau potable peut être à l’origine de problèmes de santé.

- (a) Identifier **une** source de nitrates dans l’eau potable et expliquer pourquoi les nitrates peuvent représenter un risque pour la santé. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Identifier le stade de l’épuration des eaux usées au cours duquel les nitrates peuvent être éliminés et indiquer **une** méthode d’élimination des nitrates. [2]

.....

.....

.....

.....

D2. Expliquer pourquoi l’ozone est utilisé dans le traitement des eaux et indiquer **deux** avantages liés à l’utilisation d’ozone au lieu de chlore. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D3. Le terme *effet de serre* est utilisé pour désigner un phénomène naturel qui maintient presque constante la température moyenne à la surface de la Terre.

- (a) Décrire l'effet de serre en termes de radiations de différentes longueurs d'ondes. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) La vapeur d'eau agit comme un gaz à effet de serre. Exprimer la source naturelle principale et la source principale liée à l'activité humaine qui alimentent l'atmosphère en vapeur d'eau. [2]

Source naturelle

Source liée à l'activité humaine

- (c) Deux étudiants sont en désaccord sur le point de savoir quel gaz, du dioxyde de carbone ou du méthane, est le plus important comme gaz à effet de serre.

- (i) Exprimer **une** raison pour laquelle le dioxyde de carbone pourrait être considéré comme plus important que le méthane comme gaz à effet de serre. [1]

.....

.....

- (ii) Exprimer **une** raison pour laquelle le méthane pourrait être considéré comme plus important que le dioxyde de carbone comme gaz à effet de serre. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question D3)

(d) Discuter des effets du réchauffement global sur la Terre.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D4. Le brouillard photochimique (smog photochimique) constitue un problème de plus en plus préoccupant. Résumer les causes et les effets du brouillard photochimique en référence à **chacun** des aspects suivants

- son origine
- les conditions atmosphériques nécessaires à sa formation
- les composés chimiques dont il est formé
- ses effets sur la santé humaine.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Option E – Les industries chimiques

E1. L'un des produits majeurs du raffinage du pétrole est le carburant automobile. Deux procédés utilisés dans une raffinerie consistent en l'élimination du soufre et le reformage.

- (a) (i) Expliquer pourquoi le soufre est éliminé du pétrole. [2]

.....

- (ii) Le sulfure d'hydrogène peut réagir avec le dioxyde de soufre pour produire l'une des matières premières nécessaires à la fabrication de l'acide sulfurique. Déduire l'équation de cette réaction. [2]

.....

- (b) Le procédé du reformage transforme les alcanes linéaires (à chaînes non ramifiées) en hydrocarbures plus utiles. Ainsi, par exemple, l'hexane $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$, peut être transformé en les composés, soit $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}_3$ et C_6H_6 .

- (i) Pour chacune de ces transformations, préciser le type de procédé de reformage utilisé et donner le nom du composé formé. [4]

$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}_3$

 C_6H_6

- (ii) La formation de C_6H_6 à partir de l'hexane s'accompagne de la formation d'un autre produit. Identifier ce produit et indiquer **un** usage industriel de celui-ci. [2]

.....

E2. L'aluminium est produit à grande échelle par électrolyse de l'alumine.

(a) Écrire la formule de l'alumine. [1]

.....

(b) Expliquer pourquoi on utilise de la cryolithe dans ce procédé. [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Écrivez une équation pour montrer la transformation que subit chacun des ions ci-dessous au cours de l'électrolyse. [2]

Al^{3+}

O^{2-}

E3. Le silicium pur est un semi-conducteur. Expliquer comment l'addition de petites quantités de gallium ou d'arsenic modifie la conductivité du silicium. [6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- E4.** Les espèces $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^+$ et $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$ sont formées lors des processus de craquage utilisés dans l'industrie des produits organiques. Afin de comparer les mécanismes des réactions au cours desquelles ces espèces sont formées, compléter le tableau ci-dessous.

Espèce	Type de craquage	Type de rupture de liaison
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^+$		
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$		

[4]

Option F – Les combustibles et l'énergie

F1. Exprimer **deux** avantages de la conversion du charbon en un combustible liquide. [2]

.....

.....

.....

.....

F2. L'heptane, C_7H_{16} , est l'un des constituants de l'essence. Son indice d'octane vaut 0.

(a) Indiquer le nom que l'on donne au problème qui survient lorsque l'heptane est utilisé en guise de carburant dans un moteur d'automobile. [1]

.....

(b) Nommer l'alcane dont l'indice d'octane vaut 100. [2]

.....

(c) Résumer la différence de structure entre l'heptane et l'alcane nommé à la question (b). [1]

.....

.....

(d) Suggérer **un** type de substance qui pourrait être ajouté à l'heptane pour augmenter l'indice d'octane du carburant. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question F2)

- (e) Un échantillon d'heptane est brûlé dans un calorimètre. Calculer l'enthalpie molaire de combustion de l'heptane à l'aide des données suivantes :

Masse d'heptane brûlé = 2,00 g

Masse d'eau dans le calorimètre = 250 g

Variation de température de l'eau = 52,7 °C

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- F3.** Discuter les analogies et les différences entre *fission nucléaire* et *fusion nucléaire*, en termes de masses et d'énergies des particules impliquées.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- F4.** Le surplus d'énergie provenant des combustibles fossiles ou des centrales nucléaires peut être stocké dans des installations hydroélectriques (stockage par pompage) ou dans la production d'hydrogène. Discuter des avantages et des inconvénients que présente chacune de ces méthodes de stockage.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- F5.** Le radio-isotope Ra-225 est un émetteur bêta dont la demi-vie vaut 14,8 jours.

- (a) Écrivez l'équation de la désintégration radioactive de Ra-225.

[1]

.....

.....

- (b) Calculer le temps nécessaire pour réduire l'activité d'un échantillon de Ra-225 à 10% de sa valeur initiale.

[3]

.....

.....

.....

.....

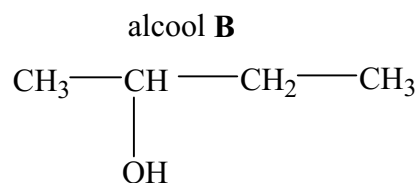
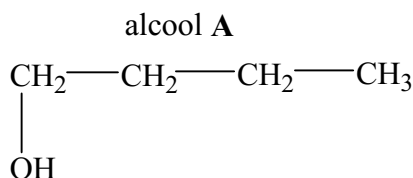
.....

.....

Option G – Chimie analytique moderne

G1. Quatre alcools isomères répondent à la formule moléculaire $C_4H_{10}O$. On peut les distinguer en recourant à diverses techniques analytiques.

- (a) Les structures de deux de ces alcools (**A** et **B**) sont représentées ci-dessous. Représenter la structure de chacun des deux autres alcools (**C** et **D**). [2]



Alcool **C**

Alcool **D**

- (b) Expliquer pourquoi ces quatre composés ne pourraient pas être distingués facilement à partir de leurs spectres infrarouges. [1]

.....

- (c) Les spectres RMN^1H de **A** et de **B** présentent tous deux le même nombre de pics, mais se distinguent par les rapports des aires comprises sous les pics.

- (i) Exprimer l'information qui peut être déduite du nombre de pics présents dans un spectre RMN^1H . [1]

.....

- (ii) Déduire le nombre de pics dans le spectre RMN^1H de **A** et de **B**. [1]

.....

- (iii) Déterminer le rapport des aires comprises sous les pics pour **A** et pour **B**. [2]

A

B

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G1)

- (d) L'un des alcools, **C** ou **D**, présente un spectre RMN¹H à haute résolution dont les pics sont tous des singulets. Identifier l'alcool dont il s'agit et expliquer pourquoi il n'y a pas de démultiplication des pics. [2]

.....

- (e) Expliquer les caractéristiques suivantes, observées sur les spectres de masse de **A** et de **B**.

- (i) Les deux spectres présentent un pic à $m/z = 74$. [1]

.....

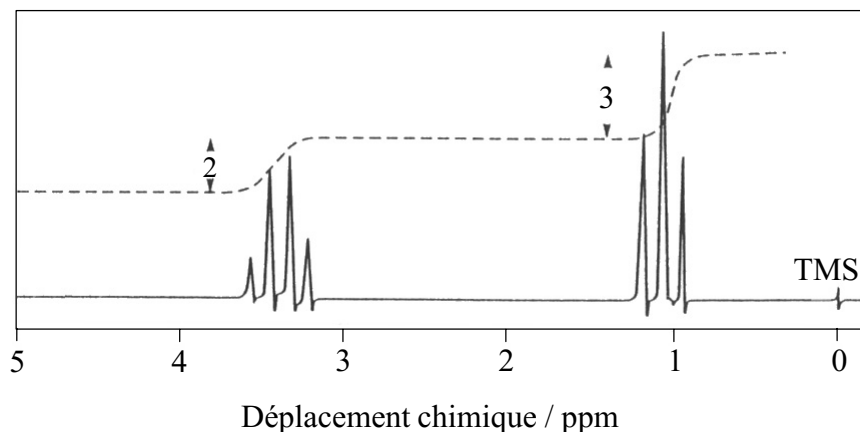
- (ii) L'un des spectres présente un pic élevé à $m/z = 45$, tandis que l'autre présente un pic élevé à $m/z = 31$. [2]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G1)

- (f) Un autre composé, **E**, répondant à la formule moléculaire $C_4H_{10}O$, présente le spectre RMN¹H reproduit ci-dessous.



- (i) Expliquer la démultiplication des pics observée dans ce spectre.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Dans son spectre infrarouge, le composé **E** présente une absorption au voisinage de 1150 cm^{-1} . Déduire quelle est, dans la molécule **E**, la liaison responsable de cette absorption. Exploiter les informations fournies par les deux spectres pour en déduire la structure de **E**.

[2]

Liaison dans **E**

Structure de **E**

- G2.** (a) Toutes les techniques chromatographiques font intervenir les phénomènes d'adsorption ou de partition. Elles utilisent toutes une phase stationnaire et une phase mobile, mais ces phases peuvent inclure des solides, des liquides ou des gaz. Compléter le tableau suivant pour préciser les états de la matière représentés dans les deux phénomènes précités.

	Phase stationnaire	Phase mobile
Adsorption		
Partition		

[3]

- (b) Expliquer le terme *valeur de R_f* utilisé dans certaines techniques chromatographiques.

[1]

.....

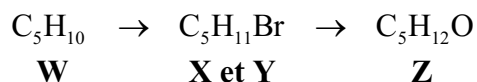
- (c) Résumer la manière dont la technique de la chromatographie sur colonne pourrait être utilisée pour séparer un mélange de deux substances colorées en solution.

[4]

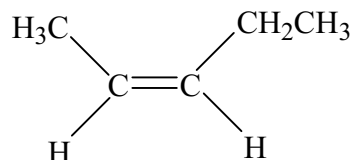
.....

Option H – Chimie organique approfondie

H1. Cette question est basée sur le schéma réactionnel suivant.



(a) **W** possède la structure suivante



(i) Dessiner la structure de l'isomère géométrique de **W**. [1]

(ii) Expliquer pourquoi **W** possède un isomère géométrique. [2]

.....

(iii) Donner le nom complet de **W**. [2]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question H1)

- (b) (i) Donner le nom du mécanisme réactionnel par lequel **W** est converti en **X** et **Y**. [1]

.....

- (ii) Le produit **Y** peut exister sous la forme d'isomères optiques. Représenter la structure de **Y** et expliquer pourquoi il présente une isomérisie optique. [2]

.....

- (iii) Exprimer les équations du mécanisme de la réaction au cours de laquelle le produit **X** est formé (utiliser des flèches incurvées pour montrer le mouvement des paires électroniques). [4]

- (iv) La règle de Markovnikov est parfois utile pour prédire le produit principal obtenu dans ce type de réaction. Expliquer pourquoi cette règle ne permet pas de prévoir lequel, de **X** ou de **Y**, sera le produit principal. [2]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question H1)

(c) La conversion de **X** en **Z** implique une substitution nucléophile selon un mécanisme S_N1 .

(i) Identifier l'espèce responsable de l'attaque nucléophile.

[1]

.....

(ii) Pour chacun des deux composés mentionnés ci-dessous, comparer la vitesse de la réaction S_N1 à laquelle ils donnent lieu à celle de la réaction à laquelle participe **X**. Dans chaque cas, le réactif nucléophile utilisé est celui qui a été proposé en (c)(i). Expliquer la réponse.

[6]

$(CH_3)_3CBr$

.....

.....

.....

.....

C_6H_5Br

.....

.....

.....

.....

H2. Les valeurs des pK_b de quelques amines figurent dans la Table 16 du Livret des Données. Écrire une équation traduisant la réaction de l'éthylamine avec l'eau. Exprimer la basicité de l'éthylamine comparée à celle de l'ammoniac. Expliquer cette différence.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....